

特開 2000-274478

(P 2000-274478A)

(43) 公開日 平成12年10月3日 (2000. 10. 3)

(51) Int. Cl. 7

F 1 6 F 9/53  
15/02

識別記号

F I

F 1 6 F 9/53  
15/02

テーマコード (参考)

3J048  
F 3J069

審査請求 未請求 請求項の数 5

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-79314

(22) 出願日 平成11年3月24日 (1999. 3. 24)

特許法第30条第1項適用申請有り 1998年9月25日 社団法人日本機械学会発行の「第76期全国大会講演論文集 (▲ I V ▼)」に発表

(71) 出願人 598141246

森下 信

千葉県船橋市田喜野井1-38-17

(72) 発明者 森下 信

千葉県船橋市田喜野井1-38-17

(74) 代理人 100083839

弁理士 石川 泰男 (外1名)

F ターム (参考) 3J048 AA06 AC04 BE05 CB12 EA13  
EA36

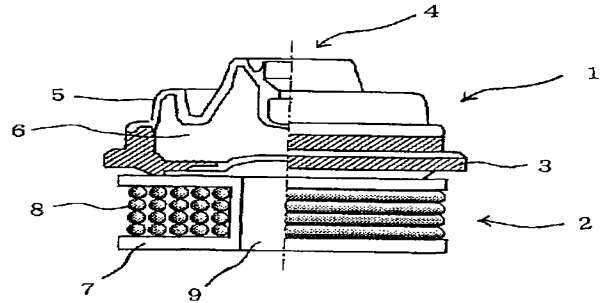
3J069 AA30 BB10 DD25 DD50

(54) 【発明の名称】 精密機器用制振装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、外部の運動に反応して、減衰特性を制御できる準能動型の制振方法により、自動車等の内部で用いられる精密機器の制振を精度良く行うことができる精密機器用制振装置を提供することを主目的とする。

【解決手段】 本発明は、MR 流体が内部に封入されたマウント部と、このマウント部に磁界を加えるためのコイル部と、このコイル部を制御する制御部とからなることを特徴とする精密機器用制振装置を提供することにより上記目的を達成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気粘性流体が内部に封入されたマウント部と、このマウント部に磁界を加えるためのコイル部と、このコイル部を制御する制御部とからなることを特徴とする精密機器用制振装置。

【請求項 2】 前記マウント部と前記コイル部とが別体に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の精密機器用制振装置。

【請求項 3】 前記マウント部の内部が 1 つの流体室により形成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の精密機器用制振装置。

【請求項 4】 前記マウント部が、精密機器側に配された精密機器側端部と、前記精密機器を支持する基板側に配された基板側端部と、この精密機器側端部と基板側端部との間に設けられた弾性部とからなり、前記コイル部がこの基板側端部と基板との間に配置されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれかの請求項に記載の精密機器用制振装置。

【請求項 5】 前記精密機器が、車載用精密機器であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれかの請求項に記載の精密機器用制振装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気粘性流体が内部に封入され、この磁気粘性流体の粘性を変化させることによって有効な振動減衰作用を発揮させるようにした精密機器用制振装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年のエレクトロニクス分野の他分野への進出により、種々の状況下で振動を嫌う精密機器を用いる必要性が生じている。例えば、自動車は、安全性、快適性等の要求から、多くの情報を正確かつ迅速に処理することが必要不可欠となってきたため、エレクトロニクス化が進められている。また、国家的プロジェクトとして進められているインテリジェント・トランスポート・システム実現のために、処理能力の高いコンピュータが車に搭載されるのも近い将来である。このような自動車内で、車両の周囲の状況を的確に判断するコンピュータ等、光ディスクもしくは光磁気ディスクを記録媒体とし光ピックアップを用いて情報を引き出すカーオーディオやカーナビゲーション等、さらにはエンジンを制御するためのエンジンコントロールユニット等の精密機器を正確に作動させるためには、路面の凹凸による周波数の低い振動から、エンジンによる周波数の高い振動に至る様々な振動を制御する必要がある。

【0003】このような振動を制御するために、従来から各種の弾性小型制振装置が提案されている。例えば特開昭 61-189336 号公報や特開昭 61-201946 号公報には、ゴム袋やゴム・エラストマー筒体等の弾性収容体に、シリコンオイルのような粘性流体を封

入して、機器を支持させる構造の弾性小型制振装置が開示されている。

【0004】しかしながら、これらの小型制振装置はあくまで外部運動に応じて減衰力を発生させる受動型の制振方法であり、様々な周囲の状況に応じた制振を行うことは困難なものである。例えば、二つの流体室と両室を結ぶオリフィスとからなり、マウント内部に封入された粘性流体がオリフィスを通り抜ける際の慣性力を利用して減衰力を得るようなマウントは、ある特定の周波数に合わせた制振設定となっていることから、路面の凹凸を乗り越える際の比較的低周波である振動や、エンジンからの振動等のある範囲の周波数帯域を有する振動に対し、十分に抑制することができない。

【0005】このような受動形の制振方法による制振装置に代わるものとして、外部にある振動体の運動に反応して、アクチュエータの減衰特性や剛性を変化させる準能動型の制振装置や、アクチュエータ自らが力を発生する能動型制振方法による制振装置を挙げることができるが、準能動型制振装置は制御系が機能しない場合でもある程度の制振効果を期待できるため信頼性が高い。このような制振装置は、制振装置の他に制御部分が必要とされるが、近年のコンピュータの普及により計算処理が充実し高速化されていることから、これら準能動型の制振方法に用いられる制御部についても幅広い研究が行われており、状況に応じて信号を制振装置に送り、制御することは十分に可能となってきた。

【0006】このような制振装置内部に用いることが可能な流体の一つとして、磁気粘性流体（以下、MR 流体とする。）を挙げることができる。この MR 流体は、磁場を加えることにより流動特性が変化するという特徴を有するものである。この MR 流体は、通常、溶媒中に粒径 0.1 ～数十  $\mu\text{m}$  の高い透磁率を持つ粒子を一様に分散させて作られており、同様に磁界によって特性の変化する磁性流体とは、粒子の大きさや作動機構の違いなどによって区別される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記事情に鑑みて成し遂げられたものであり、外部の運動に反応して、減衰特性を制御できる準能動型の制振方法により、自動車等の内部で用いられる精密機器の制振を高い効率で精度良く行うことができる精密機器用制振装置を提供することを主目的とするものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、請求項 1 において、MR 流体が内部に封入されたマウント部と、このマウント部に磁界を加えるためのコイル部と、このコイル部を制御する制御部とからなることを特徴とする精密機器用制振装置を提供する。

【0009】本発明の精密機器用制振装置は、このよう

な構成を有するものであるので、外部の状況によりマウント部内に封入されたMR流体の粘度を制御することができる。よって、マウント部の制振特性を外部の状況に応じて変化させることができ、これにより、種々の外部の状況に応じた精密機器に対する能率が良く精度の良好な制振を行うことができる。

【0010】この場合、請求項2に記載するように、上記マウント部とコイル部とが別体に形成されていることが好ましい。マウント部とコイル部とを別体に形成することにより、従来用いられてきた防振用の液封マウントをマウント部としてそのまま用い、これにコイル部およびそれを制御する制御部を取付けることにより、種々の外部状況に応じて精密機器に対する制振を行うことができる本発明の精密機器用制振装置を容易に得ることができる。

【0011】また、本発明においては、請求項3に記載するように、マウント部の内部が1つの流体室により形成されていることが好ましい。流体室が二つ形成され、この間をオリフィスで連通する型の制振装置では、MR流体が沈殿を生じやすいという特性を有することからオリフィスが詰まったり、また粒子濃度の低い流体が通過して当初設計した効果が得られず、精密機器に対して良好な制振を行うことができないからである。

【0012】さらに、本発明の精密機器用制振装置においては、請求項4に記載するように、マウント部が、精密機器側に配された精密機器側端部と、前記精密機器を支持する基板側に配された基板側端部と、この精密機器側端部と基板側端部との間に設けられた弾性部とからなり、コイル部がこの基板側端部と基板との間に配置されていることが好ましい。このように基板とマウント部の基板側端部との間にコイル部を配置することにより、マウント部の制振作用に影響を与えることなくコイル部を配置することができ、さらにマウント部に効果的に磁界を加えることができるからである。

【0013】なお、本発明の精密機器用制振装置は、大量に使用されていることから社会的要請が高く、またエンジンからの振動や路面からの振動等、異なる種類の振動を受けるため、単一の制振特性では制振が困難である車載用の精密機器に適用されることが好ましい（請求項5）。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の精密機器用制振装置について、その一例を示す図1を用いて具体的に説明する。図1に示す本発明の一例である精密機器用制振装置は、マウント部1と、その下端部に配されたコイル部2と、このコイル部2を制御する図示略の制御部とから概略構成されるものである。

【0015】上記マウント部1は、コイル部2側に配置されコイル部2の上端面取り付けられる基板側端部3と、精密機器側に配置され、精密機器側から突出して設

けられる軸体を支持できるように略中央に筒状の凹部を有し、この凹部にて上記軸体を介して精密機器を支持する精密機器側端部4と、この基板側端部3と精密機器側端部4との間に配置された弾性部5とから構成されている。このマウント部1の密封された内部にはMR流体6が封入されており、コイル部2およびこれを制御する制御部により粘度が制御されている。一方、コイル部2は、ボビン状に形成されたボビン7に導線8が巻回されてなるものであり、中心には円柱状の鉄心9が挿入されている。

【0016】このコイル部2のマウント部1が設けられていない側の端面は、振動が伝達される図示略の基板に取り付けられるようになっている。一方、マウント部2の精密機器側端部4中央の筒上の凹部には、精密機器から突出する図示略の軸体が挿入され、これにより軸体を介して精密機器を支持するようになっている。このように、本発明の制振装置を介して基板に精密機器が支持されることにより、基板に振動が伝達された場合、本発明の精密機器用制振装置により振動を減衰することができるため、精密機器に加わる振動を抑えることができる。

【0017】すなわち、本発明の精密機器用制振装置においては、振動が基板から伝達されてきた場合に、その振動を制御部等により解析し、最も良い制振特性をマウント部が有するように制御部から電流がコイル部2に送られ、コイル部2により発生する磁界によりマウント部1内部のMR流体の粘性が現在の振動に対して最も良い制振が行える粘度に変化し、精密機器に対する制振を行うことができるのである。

【0018】次に、本発明に用いられるマウント部とコイル部との関係について説明する。本発明の精密機器用制振装置の特徴は、このようにMR流体が封入されたマウント部と、このマウント部に磁界を加えるためのコイル部と、このコイル部を制御する図示略の制御部とから構成される点にある。ここで、図1に示す例では、マウント部1とコイル部2とが、別体に形成されて構成されているが、本発明はこれに限定されるものではなく、マウント部の一部としてコイル部が形成されているものであってもよい。例えば、基板側端部3の周囲にコイルを巻回させてコイル部を一体に設けたもの等であってもよい。しかしながら、マウント部とコイル部を別体に形成すれば、図1の例のように従来の液封型のマウントをマウント部としてそのまま用い、これにコイル部およびそれを制御する制御部を取付けることにより、容易に種々の外部状況に応じて精密機器に対する制振を行うことができる本発明の精密機器用制振装置とすることができる。また、コイル部とマウント部を別体に形成すれば、マウント部に対して磁界を与えられる位置であればいかなる位置でもコイル部を配置することができる。さらには、マウント部に磁界を加えられるのであれば、コイル

部とマウント部とを離して配置することも可能である。したがって、設計の自由度を大幅に広げることができる。本発明においては、このように種々の理由から、マウント部とコイル部が別体に形成されていることが好ましい。

【0019】このように、コイル部とマウント部とが別体に形成された場合の、コイル部とマウント部との位置関係は、図1に示すようにマウント部1の基板側端部3とコイル部2とが接触するような位置関係、すなわちマウント部1がコイル部2を介して基板に支持される構造に限定されるものでなく、マウント部内部のMR流体に磁界を加えることができる位置であればいかなる位置であってもよい。例えば精密機器側から突出する軸体の周囲にコイル部を設けた場合等のようにマウント部の精密機器側端部側にコイル部を形成してもよく、さらには例えば弾性部5の周囲にコイル部を設ける等の配置であってもよい。

【0020】本発明においては、最も効率的に磁界をマウント部に加えることができるようにコイル部を配置することが好ましい。このためには、マウント部の最も断面積の広い部分にコイル部を配置することが好ましく、具体的には図1に示す例のように、マウント部1の基板側端部3下面にコイル部2を配置した例を好ましい例として挙げるができる。

【0021】次に、本発明に用いられるマウント部について説明する。本発明に用いられるマウント部は、通常、精密機器用の防振用マウントとして用いられる液封マウントと同様の構成のものを用いることができ、上述したように振動が伝達される基板側と連結する基板側端部と、この振動の制振が必要な精密機器側と連結する精密機器側端部と、その間の弾性部とから通常構成されるものである。本発明においては、このマウント部内部にMR流体が封入されている。

【0022】このマウント部の形状は、内部にMR流体を密封できる形状であれば、特に限定されるものではない。しかしながら、上述したように、流体室が二つ形成され、この間をオリフィスで連通する型の制振装置としたのでは、MR流体が沈殿を生じやすいという特性を有することからオリフィスが詰まったり、また粒子濃度の低い流体が通過して当初設計した効果が得られず、精密機器に対して良好な制振を行うことができないことから、マウント部内部が1つの流体室で形成されていることが好ましい。

【0023】本発明におけるマウント部の基板側端部は、精密機器を支持する基板、例えば精密機器が車載の精密機器（カーオーディオ等）である場合は車体にコイル部を介して、もしくは介さずにマウント部を取付けるための部位である。図1に示す例では、この基板側端部3の形状は略円板状に形成されているが、例えば上述した精密機器側端部4の例のように、中心に筒状の凹部が

形成されており、この凹部において基板側から突出した軸体を支持するような構造等、マウント部をコイル部もしくは基板に支持することができる形状であればいかなる形状であってもよい。

【0024】この基板側端部を形成する材料も特に限定されるものでなく、弾性部と接着可能な材質であればいかなる材質を用いることができる。例えば、ポリプロピレン等の種々の樹脂や、金属、セラミックス等を挙げることができる。この部位は、基板もしくはコイル部上にマウント部を固定する部位であるので、ある程度剛性がある部材が用いられることが好ましいが、必要に応じて後述する弾性部に用いられるようなゴム弾性を有する材質を用いることも可能である。

【0025】一方、マウント部の精密機器側に配された精密機器側端部も、上記基板側端部と同様に、精密機器を支持することが可能な形状であればいかなる形状であってもよく、例えば円板状や、上述した図1に示す例のごとく内部に筒状の凹部を形成し、ここに精密機器側から突出した軸体を収容し固定するような形状であってもよい。また、材質も上述した基板側端部と同様の材質を用いることができる。なお、図1に示す例では、精密機器側から突出する軸体の三次元方向への移動を可能な状態とする必要があることから、精密機器側端部4は可撓性が必要とされ、後述する弾性部5と同じゴム弾性を示す材質を用いて弾性部5と一体に形成されている。

【0026】本発明に用いられるマウント部の基板側端部と精密機器側端部との間には、弾性部が配されている。この弾性部は、マウント部内部に封入されたMR流体と共に基板側からの振動を制振する作用を有する必要があることから、通常薄肉の弾性体からなる筒状に形成されている。

【0027】このような弾性部に用いることができる材料としては、種々の弾性材料を用いることができ、使用される環境、必要とされる弾性等により適宜選択されて用いられる。具体的には、天然ゴム、イソブレンゴム、スチレンブタジエンゴム、ブタジエンゴム、エチレンプロピレンゴム、アクリロニトリルブタジエンゴム、クロロブレンゴム、ブチルゴム、シリコーンゴム、フッ素ゴム、アクリルゴム、熱可塑性エラストマー（スチレン系、オレフィン系、ウレタン系、ポリエステル系、ポリアミド系、ポリブタジエン系、塩化ビニル系、フッ素系）等を挙げることができる。

【0028】本発明に用いられるマウント部は、これら精密機器側端部、基板側端部、および弾性部が同一の材料で一体に形成されたものであってもよく、また異なる材料で形成されたものであってもよい。

【0029】本発明においては、このようなマウント部内部にMR流体が封入されている点に大きな特徴を有する。本発明に用いられるMR流体としては、MR流体としての機能を有する流体であればいかなる流体をも用い

ることができる。

【0030】通常用いられるMR流体は、液体ビヒクル中に磁化可能な固体粉末（MR粒子）が分散されてなるものである。ここで用いられる液体ビヒクルとしては、MR粒子と反応しなければいかなる材料を用いることも可能であるが、具体的に列挙すると、水、炭化水素油、鉱油、脂肪酸エステル、その他の液状有機物、ポリジメチルシロキサン等を挙げることができる。好ましい材料としては、目的とする精密機器用制振装置の操作温度で液体であり、かつMR粒子の分散に好ましい粘度を有するものである。

【0031】MR粒子としては、磁化可能で保磁性の低い（すなわち、磁界を取り除いたときの残留磁気がほとんどもしくは全くない）物質が好ましく、具体的には、鉄、ニッケル、コバルト、鉄-ニッケル合金、鉄-コバルト合金、鉄-ケイ素合金などの粉末を挙げることができる。これらのMR粒子は球状もしくはほぼ球状であることが好ましく、粒径が0.1〜数十 $\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。

【0032】本発明に用いられるMR流体には、その他必要に応じて耐摩耗剤や界面活性剤等の添加剤を添加することができる。

【0033】次に、本発明に用いられるコイル部および制御部について説明する。本発明の精密機器用制振装置に用いられるコイル部は、マウント部内部に封入された上記MR流体に磁界を加えることが可能であり、かつその磁界の強度を制御できるものであればコイルに限定されるものでなく、例えば一つもしくは複数の永久磁石を用い、マウント部との位置関係を制御することによりMR流体に磁界を加えると共に磁界の強度を制御するもの等であってもよい。しかしながら、制御の容易性等の観点から、本発明においてはコイル部としてコイルを用いることが好ましい。このようなコイルとしては、通常用いられるソレノイド形、トロイダル形、スパイラル形、つば形等のコイルを挙げることができる。本発明においては、磁束密度を高くする等の観点から磁心を入れたタイプのものが好適に用いられる。

【0034】このようなコイル部を用いてマウント部に磁界を加える方法としては、単にコイル部に電流を流すことによりマウント部に封入されたMR流体に磁界を加える方法であってもよく、また永久磁石等により予め磁界を加えておき、そこにコイル部に電流を流すことにより磁界を強めたり弱めたりする方法であってもよい。また、コイル部は一つに限定されるものでなく、複数個配置されてもよい。この場合、磁界の向きによってMR流体の粘性が異なりマウント部の制振特性が変化するので、異なる向きに磁界を加えられるようにコイル部を配置し、この複数個のコイル部を制御することによりより精密な制振の制御を行うようにしてもよい。

【0035】本発明に用いられる制御部は、上述したコ

イル部がマウント部内部のMR流体に加える磁界の強さを制御する部位である。本発明における制御部としては、コイル部にコイルを用いた場合は、コイルに通電する電流等の量を制御可能な制御装置であればいかなる装置も用いることができる。この際、この制御部は、他から送られてくる情報によりコイル部に流す電流等を制御するものであってもよいし、また制御部に加速度センサ等の振動の状況を把握するセンサを具備し、生じる振動を解析し、その結果に基づいてコイル部を制御するものであってもよい。

【0036】本発明の精密機器用制振装置は、振動が生じる場所で用いられる精密機器に対するものであれば、いかなる精密機器に対しても用いることができる。中でも、大量生産され用いられていることから、社会的要請の高く、さらにエンジン等の駆動部からの振動と、路面からの振動との複数の振動があり、単一の制振特性では効率よく制振することが困難な車載用精密機器の制振装置として好適に用いられる。このような車載用精密機器としては、車両の自動運転を目的とするコンピュータ、各種部品の制御用コンピュータ、エンジン制御用のエンジンコントロールユニットや、カーオーディオ、カーナビゲーション等の光ピックアップを用いる精密機器等を挙げることができる。

【0037】なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【0038】

【実施例】図1に示すような、精密機器用制振装置を作成した。マウント部1はポリプロピレン製のケース（基板側端部3）上にブチルゴム製のダイアフラム（精密機器側端部4および弾性部5）を溶着したもので、車載用CDプレーヤの制振用液封式小型マウントのケースをそのまま利用した。

【0039】このマウント部1の内部に約2ccのMR流体を封入した。このMR流体は、ロードコーポレーション（Lord Corporation）のMR F-132LD（商品名）を用いた。このMR流体の組成の概略は、PAO（合成基油、シェブロン社製）4.0wt%；20wt%、分散粒子（ $\alpha$ -鉄の微粒子）；80wt%であり、その他耐摩耗剤としての燐酸エステル、さらには界面活性剤が添加されたものである。上記 $\alpha$ -鉄の微粒子の平均粒径は約1 $\mu\text{m}$ であった。

【0040】コイル部は、アルミニウムで作製したボビンにS10Cの鉄芯を挿入したものに、0.3mmポリイミド被膜導線を300回巻いたものを用いた。コイルについて、0.2Aづつ流す電流を変えてコイルの上方0.5mmにて磁束密度を測定した結果を図2に示す。これより、電流と発生する磁束密度はほぼ比例関係にあ

り、1.0Aの電流で25mTの磁束密度が得られることが分かった。また、印加される電圧と流れ出る電流の時間変化との指標となるコイルの自己インピーダンスを測定した結果を図3に示す。この図から、電圧の印加に対して瞬時に電流が流れることが分かった。

【0041】このようなMR流体が封入された制振装置の制振特性を調べるため、スイープ正弦波の入力によるボード線図の作成を行った。実験装置の概略を図4に示す。加振器10の上側には、作製した可変減衰、質量、ばねを有する1自由度系でCDプレーヤの振動している状態を模擬する模擬装置11を配置した。実際の車載用CDプレーヤにおける支持系の特性値を参考に、制振装置のマウント部1に負荷させる質量の大きさを0.06kg（質量側加速度ピックアップ12の質量を含む。）、ばね定数を196N/mとした。

【0042】実験の方法としては、デジタルサインコントローラ13からの加振信号をパワーアンプ14を通して電磁式の加振器10に入力し、スイープ加振を行う。入力側加速度ピックアップ15と質量側加速度ピックアップ12からの信号をアンプ16を介してFFTアナライザ17に取り込み、両ピックアップ12、15の加速度および移送を測定し、ボード線図を用いて整理した。なお、入力加振周波数を5~20Hz、振幅を0.3mm、電流は1.5Aおよび流さない場合の2種類を用いた。また、制振装置の特性の変化は、外部の直流電源18よりコイル部2に電圧を印加させ電流を流し、発生した磁界によりマウント部1内部のMR流体の特性を変化させ、マウント部自身の制振特性を変化させて行った。結果を図5に示す。

【0043】図5は、上記実験装置および実験方法にて、スイープ速度を1Hz/secとして得た結果である。図中黒い実線がコイルに1.5Aの電流を流した場合で、灰色の線がコイルに電流を流していない場合である。電流を流すことにより振幅比が約70%減少し、共振点周波数が10Hzから15Hzに上昇していることがわかる。比例粘性減衰を有する1自由度系の場合、減衰項が大きくなると、共振周波数はやや減少していくは

ずであるが、本実験では、減衰されるほどに共振点が高くなっており、これは制振装置の特性として剛性に50%の増加が見られることを示しており、電流を流すことにより制振装置の制振特性を変化させることができることが明らかとなった。

【0044】

【発明の効果】本発明の精密機器用制振装置は、MR流体が内部に封入されたマウント部と、このマウント部に磁界を加えるためのコイル部と、このコイル部を制御する制御部とからなることを特徴とするものであるので、外部の状況によりマウント部に封入されたMR流体の粘度を制御部により制御することができる。よって、マウント部の制振特性を外部の状況に応じて変化させることができ、これにより、種々の外部の状況に応じた精密機器に対する制振を精度良く行うことができ、精密機器の防振を良好に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の精密機器用制振装置の一例を示す一部断面視した概略正面図である。

【図2】実施例において作製したコイル部の電流に対する磁束密度を示すグラフである。

【図3】実施例において作製したコイル部の自己インピーダンスを示すグラフである。

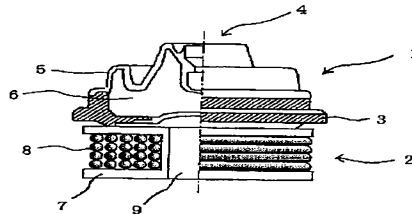
【図4】実施例における実験装置を説明するための説明図である。

【図5】実施例において作製した本発明の制振装置の特性を示すグラフである。

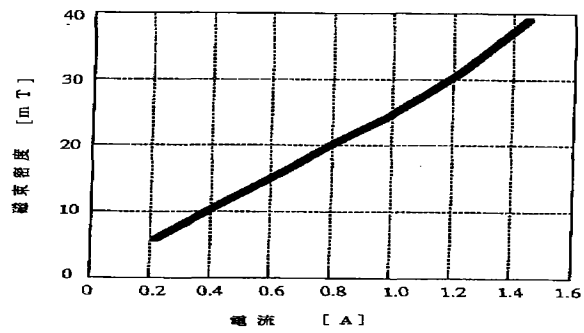
【符号の説明】

1 … マウント部、2 … コイル部、3 … 基板側端部、4 … 精密機器側端部、5 … 弾性部、6 … MR流体、7 … ボビン、8 … 導線、9 … 鉄芯、10 … 加振器、11 … 模擬装置、12 … 質量側加速度ピックアップ、13 … デジタルサインコントローラ、14 … パワーアンプ、15 … 入力側加速度ピックアップ、16 … アンプ、17 … FFTアナライザ、18 … 直流電源。

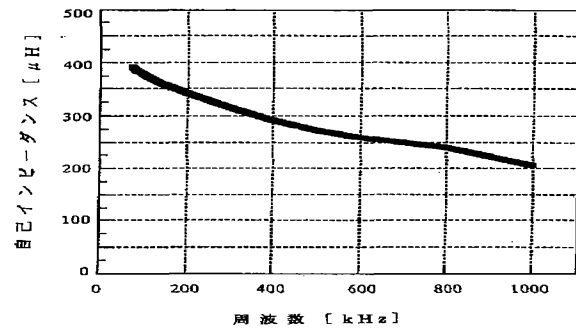
【図1】



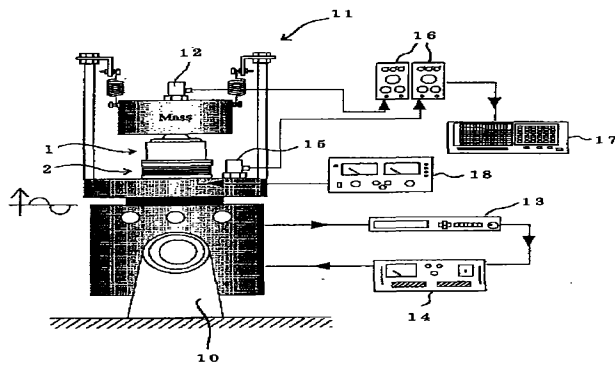
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

